Journal of Agricultural Economics and Development

Homepage: https://jead.um.ac.ir

Research Article
Vol. 37, No. 1, Spring 2023, p. 17-34

Dynamic Analysis of Economic, Environmental and Social Dimensions of Agricultural Sustainability in Iranian Provinces with the Approach of Indicators

M. Salehnia[1*]- M. Rafati[2]

Received: 03-01-2022
Revised: 25-07-2022
Accepted: 26-08-2022
Available Online: 26-08-2023

How to cite this article:
Salehnia, M., & Rafati, M. (2023). Dynamic analysis of economic, environmental and social dimensions of agricultural sustainability in Iranian provinces with the approach of indicators. *Journal of Agricultural Economics & Development 37*(1): 17-34. (In Persian with English abstract). http://doi.org/10.22067/jead.2022.74534.1110

Introduction

Agriculture and its products play a crucial role in sustaining human life. The introduction of the green revolution has greatly enhanced agricultural productivity worldwide by providing irrigation water, introducing improved crop varieties, and utilizing inorganic fertilizers and pesticides. These technologies received substantial public support, leading to significant advancements in agricultural practices. However, the benefits of the green revolution were not equally distributed among all farmers. Large and medium-scale farmers, who had the financial means to afford inputs and equipment, reaped the highest rewards in terms of production and income. Additionally, the excessive use of inorganic fertilizers resulted in soil and water quality degradation, posing a threat to the sustainability of the economic and social progress achieved through the green revolution. Nevertheless, it remains uncertain whether these challenges also apply at the sub-national or provincial level. By evaluating the level of agricultural sustainability, analyzing the trends in agricultural development, and identifying potential threats, it becomes possible to formulate practical plans for improving sustainability within the agricultural sector. The aim of this study is to assess indicators related to economic, social, and environmental dimensions of agricultural sustainability at the provincial level in Iran.

Materials and Methods

The assessment of sustainability of agriculture requires determination of meaningful indicators covering economic, social and environmental dimensions. Selection of indicators used in this study was based on relevance of the indicators and availability of secondary data. To achieve the purpose, the latest available information of the statistics of the Ministry of Jihad Agriculture, the results of the labor force survey of the Statistics Center of Iran and the statistical yearbooks of different provinces were used. In terms of measuring environmental sustainability, indicators of crop diversification, use of organic and inorganic fertilizers and pesticides were selected. The specific indicators used for the analyses in the economic dimension were change in overall crop production (Quantum index of agricultural production) and stability of crop production. The stability of crop production refers to maintaining a certain minimum level of production or a steady increase in production as compared to the base year. The stability of production of major crops was analyzed using the Shapiro-Wilk (SW) normality test and one sample t-test. In the social dimension, indicators of rural labor employment and rural food security were used. Based mainly on secondary data, covering the period of 2005/06–2018/19, each dimension of sustainability was analyzed using selected indicators.

1 and 2- Assistant Professors, Agricultural Planning, Economic and Rural Development Research Institute (APERDRI), Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: m.salehnia@agri-peri.ac.ir)
DOI: 10.22067/jead.2022.74534.1110

Results and Discussion

The analyses conducted in this study revealed several significant findings. Firstly, the majority of provinces in the country demonstrated a favorable situation in terms of crop diversification, as indicated by the Herfindahl index. This suggests a wide variety of crops being cultivated in these regions. However, there was a notable variation in the use of inorganic fertilizers per unit of land across the country. Furthermore, more than 60% of the country's soils were found to have less than one percent organic carbon, highlighting the need for optimal application and management of organic fertilizers, particularly in Golestan province. The study also identified a high rate of pesticide usage in the northern and southern provinces of the country, indicating potential concerns regarding pesticide management and environmental impact in these regions. Additionally, the analysis revealed either a consistent trend or a significant decrease in the Quantum index of agricultural production in most provinces. This suggests a potential stagnation or decline in agricultural productivity over time in these areas. Moreover, there was a significant decrease in the employment rate of the rural population in Chaharmahal and Bakhtiari province. This finding implies potential shifts in employment patterns and economic dynamics in rural areas. Lastly, the study highlighted the significant share of food expenses in the income of the rural population in Sistan and Balouchestan province, underscoring the importance of addressing food security and affordability challenges in this region. Overall, these findings provide valuable insights into the current state of agricultural sustainability and development at the provincial level in Iran.

Conclusion

Based on the findings of this research, it can be concluded that regional differences exist in agricultural sustainability within Iran. In light of this, it is recommended to develop effective regional agricultural policies that are based on local-level research. This approach would enable a comprehensive understanding of the environmental concerns and specific needs at both the local and provincial levels. Furthermore, it is suggested to revise the agricultural extension structure to incorporate need-based services, improve the dissemination of information, and provide farm-level trainings. This would ensure that farmers have access to the necessary resources and knowledge to enhance their agricultural practices. The study emphasizes the importance of maintaining a balance among the three tiers of agricultural sustainability. Merely focusing on improving one or two tiers would not be sufficient to ensure the overall sustainability of the agricultural sector. Therefore, effective interventions should address economic, social, and environmental aspects simultaneously. Specific interventions proposed in the study include the development of biological pest control methods, particularly for rice and tomatoes. Indirect subsidies for organic and biological fertilizers and pesticides are also recommended. Conservation and management of soil and water resources are crucial for stabilizing production. Additionally, diversification of income sources and livelihood options for smallholder farmers, especially in Sistan and Balouchestan and Kordistan provinces, is recommended to enhance their resilience and sustainability. By implementing these recommended interventions, it is anticipated that agricultural sustainability in Iran can be improved, ensuring a more balanced and resilient agricultural sector.

Keywords: Economic sustainability, Environmental sustainability, Engel ratio, Herfindahl Index, Quantum Index of agricultural production, Social sustainability

نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
https://jead.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۷، شماره ۱، بهار ۱٤۰۲، ص. ۳٤-۱۷

تحلیل پویای ابعاد اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی پایداری کشاورزی در استان‌های ایران با رویکرد شاخص‌ها

مینا صالح نیا[1]*- محسن رفعتی[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۳
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۴

چکیده

در تداوم حیات بشری، کشاورزی و تولیدات آن نقش بنیادینی را ایفا می‌کنند. با ارزیابی میزان پایداری کشاورزی و مشخص کردن روند حرکت رو به توسعه کشاورزی و تهدیدهای پیش روی آن، می‌توان نسبت به توصیه، شکل‌گیری و اتخاذ اقدامات واقع‌بینانه برای بهبود پایداری در بخش کشاورزی اقدام نمود. در همین راستا هدف مطالعه حاضر، ارزیابی شاخص‌هایی در ابعاد سه گانه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی پایداری کشاورزی در سطح استان‌های کشور می‌باشد. به این منظور از آخرین اطلاعات در دسترس آمارنامه‌های وزارت جهاد کشاورزی، نتایج آمارگیری نیروی کار مرکز آمار ایران و سالنامه‌های آماری استان‌های مختلف استفاده شد. در بعد سنجش پایداری محیط زی تنوع محصول، میزان مصرف کودهای شیمیایی و آلی، و مصرف آفتکش‌ها، در بعد اقتصادی از شاخص کوانتومی تولید محصولات و ثبات در تولید محصول، و در بعد اجتماعی از دو شاخص اشتغال نیروی کار روستایی و امنیت غذایی روستایی بهره گرفته شد. از مهم‌ترین نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان به وضعیت مناسب عموم استان‌های کشور از لحاظ تنوع کشت با استفاده از شاخص هرفیندال، لزوم کاربرد و مدیریت بهینه کودهای آلی در کلیه استان‌های کشور به خصوص در استان گلستان، میزان بالای مصرف سموم شیمیایی در استان‌های شمالی و جنوبی کشور، روند ثابت یا کاهش معنی‌دار شاخص کوانتومی تولید محصولات در اکثر استان‌ها، کاهش محسوس نرخ اشتغال جمعیت روستایی در استان چهار محال و بختیاری، و سهم بیشتر هزینه کرد برای خرید مواد غذایی در روستاهای استان سیستان و بلوچستان اشاره کرد. توسعه مبارزه بیولوژیک علیه آفات (به ویژه در مورد برنج و گوجه فرنگی)، پرداخت یارانه غیر مستقیم نهاده در مورد کودها و آفت‌کش‌های آلی و زیستی، حفاظت از منابع پایه خاک و آب به منظور پایدارسازی تولیدات، و تنوع بخشی به منابع درآمدی و معیشتی کشاورزان خرده‌پا با اولویت استان‌های کمتر برخوردار مانند سیستان و بلوچستان و کردستان، از پیشنهادات مطالعه حاضر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پایداری اجتماعی، پایداری اقتصادی، پایداری زیست محیطی، شاخص کوانتومی تولیدات کشاورزی، شاخص هرفیندال، ضریب انگل

مقدمه

در تداوم حیات بشری، کشاورزی و تولیدات آن نقش بنیادینی را ایفا می‌کنند. نگرشی بر سیر تحولی جوامع پیشرفته کنونی گویای آن است که منشأ توسعه‌یافتگی بسیاری از این کشورها، مازاد تولید در بخش کشاورزی بوده که در مراحل اولیه توسعه، زمینه‌ساز تحولات شده است (Motiei Langhroudi and Shamsaie, 2007). در

۱ و ۲- استادیاران اقتصاد کشاورزی، مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: m.salehnia@agri-peri.ac.ir)

DOI: 10.22067/jead.2022.74534.1110

کشورهای در حال توسعه نیز کشاورزی در تحکیم پایه‌های اقتصاد دارای نقشی اساسی است. از آنجا که این بخش اقتصادی از نظر تأمین امنیت غذایی، تأمین مواد اولیه صنایع، اشتغال و ایجاد درآمد اهمیت دارد، ثبات و استمرار رشد آن را می‌توان از عوامل عمده تسهیل‌کننده ثبات اجتماعی و رشد اقتصادی جامعه به شمار آورد (Afrakhteh *et al*., 2013Gongn and Lin, 2000;).

رشد جمعیت و نیاز روز افزون انسان به غذا موجب افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی شده است (Spiertz, 2010). افزایش تولیدات کشاورزی نیازمند فناوری مدرن بوده است که با مطرح شدن انقلاب سبز و رواج استفاده از کودهای شیمیایی، سموم دفع آفات و ارقام اصلاح شده در جهت افزایش تولید، باعث بروز اثرات مخربی بر منابع طبیعی همچون فرسایش خاک، استفاده بیش از حد از آب‌های زیرزمینی، آلودگی آب ناشی از مصرف بی‌رویه مواد شیمیایی و تخریب محیط زیست شده است (Pourzand and Bakhshoudeh, 2012). عوارض زیست محیطی ناشی از اجرای برنامه‌های توسعه کشاورزی مبتنی بر فناوری انقلاب سبز منجر به معرفی مفهوم پایداری در بهره‌برداری از منابع کشاورزی شد (Tatlidil *et al*., 2009).

کشاورزی پایدار با ملاحظات زیست محیطی، حرکت نوینی است که در جهت دگرگون کردن کشاورزی متکی به مواد شیمیایی و تکنولوژی نامناسب، در اواسط دهه ۱۹۸۰ در نتیجه فشارهای اقتصادی و حساسیت‌های لازم نسبت به مسائل زیست محیطی و جلوگیری از تخریب زمین‌های کشاورزی به وجود آمده است (Hayati and Karami, 1996). فائو کشاورزی پایدار را مدیریت و حفاظت از منابع طبیعی پایه و هدایت دگرگونی‌های تکنولوژیکی و نهادی در راستایی که متضمن ارضای نیازهای انسانی نسل‌های حاضر و آینده باشد، می‌داند (FAO, 1999). کشاورزی پایدار سیستمی است که به صورت کارآمد از منابع استفاده می‌کند، مواد غذایی سالم تولید می‌نماید، کیفیت محیط و منابع را برای نسل‌های آتی حفظ می‌کند و از نظر اقتصادی پویاست (Fricker, 1998). ون‌پاسل (Van Passel, 2008) تأکید می‌کند تا زمانی که پایداری برای توسعه هدف نهایی است، این مسئله مستلزم ایجاد تعادل بین محیط زیست، جامعه و اقتصاد یک نظام است. در بخش کشاورزی، اهداف پایداری به طور کلی شامل نگهداری و بهبود محیط طبیعی، تامین نیازهای غذایی جامعه انسانی و رفاه جامعه می‌باشد (Van Passel, 2008).

این در حالی است که مطالعات انجام شده ثابت کرده کشاورزی به روش متعارف موجب تضییع ساختمان و بافت خاک، تخریب محیط زیست، کاهش تنوع اکولوژیکی، ایجاد خطراتی در سلامت و بهداشت مواد غذایی، به هم خوردن تعادل در طبیعت، افزایش هزینه تولید و کاهش توان تولید به دلیل نابود شدن منابع تولید می‌شود (Lampkin, 1990). با توجه به این موضوع امروزه توسعه پایدار از جمله محوری‌ترین اهداف توسعه‌ای در بخش کشاورزی کشور ذکر شده و در طی برنامه‌های پنج ساله و سند چشم انداز ۲۰ ساله توسعه کشور مورد تأکید قرار گرفته است. این امر ضرورت انجام مطالعه به منظور سنجش میزان پایداری کشاورزی مناطق مختلف کشور و شناسایی شاخص‌ها و دغدغه‌های کلیدی و اساسی پایداری را آشکار می‌سازد.

با ارزیابی میزان پایداری کشاورزی و مشخص شدن روند حرکت رو به توسعه کشاورزی و تهدیدهای پیش روی، می‌توان نسبت به تدوین برنامه‌های واقع‌بینانه برای بهبود پایداری در بخش کشاورزی اقدام نمود. برای سنجش پایداری و قضاوت در مورد این موضوع بایستی با استفاده از شاخص‌های متناسب اقدام نمود (Rao and Rogers, 2006). مطالعات متعددی در مورد ارزیابی سطح پایداری، مجموعه‌های مختلفی از شاخص‌های منسجم را به عنوان وسیله ارزیابی پیشنهاد داده‌اند که این روش‌ها عمدتاً بر سه بعد اصلی پایداری (اقتصادی، اجتماعی، محیطزیستی) متمرکز شده‌اند. در نتیجه تنوع روش‌های ارزیابی پایداری به ویژه در سطح مزارع، بسیار زیاد می‌باشد (Bockstaller *et al*., 2009;Sydorovych and Wossink, 2008).

علی‌رغم تفاوت‌های موجود بین شاخص‌ها، زمینه‌های به کارگیری آنها و تفاوت در نوع و منطقه مورد ارزیابی و مطالعه توسط محققان مختلف، این شاخص‌ها وجه اشتراک فراوانی بر مبنای سه بعد پایداری با یکدیگر دارند و در مجموع برای توصیف و شناسایی روند حرکت فرایند تولید به سمت پایداری یا ناپایداری در مزارع مورد استفاده قرارگرفته‌اند تا به عنوان یک ابزار قابل سنجش، نتایج مشخصی را برای سیاستگذاران و برنامه‌ریزان فراهم آورند (Rashidpour, 2015). این مطالعه قصد دارد با انتخاب یک روش ارزیابی، سه بعد پایداری را مورد پوشش قرار دهد، به نحوی که در سطح استانی قابل اجرا و کاربرد بوده و در نهایت با کمترین پیچیدگی، روش و نتایج آن برای متولیان قابل درک باشد.

در ارتباط با سنجش و ارزیابی پایداری کشاورزی، مطالعاتی در داخل و خارج از کشور انجام شده که به بیان خلاصه‌ای از آنها پرداخته می‌شود: رشیدپور (Rashidpour, 2015) سطح پایداری نظام‌های بهره‌برداری کشاورزی استان آذربایجان غربی را با استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌ها تحلیل کرد. کوچکی و همکاران (Kouchaki *et al*., 2015) کاربرد روش مزیت نسبی را در ارزیابی توسعه کشاورزی پایدار استان‌های مختلف کشور مدنظر قرار دادند. منافی و همکاران (Manafi *et al*., 2017) با استفاده از روش برنامه‌ریزی توافقی اقدام به ارزیابی میزان پایداری کشاورزی شهرستان‌های استان آذربایجان شرقی در سال ۱۳۹۴ نمودند. امیرزاده مرادآبادی و همکاران (Amirzadeh moradabadi *et al*., 2018) با استفاده از شاخص ترکیبی پایداری و فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، پایداری کشاورزی استان‌های کشور را طی بازه زمانی ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴

تعیین کردنـد. هادی پور و همکاران (Hadipour *et al.*, 2019) به بررسی شاخص‌های پایداری تکنولوژی کشاورزی حفاظتی با استفاده از توزیع پرسشنامه بین گندمکاران شهرستان مرودشت و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی پرداختند. اسمعیلی دستجردی پور و مهرابی بشرآبادی (Esmaieli dastjerdipour and Mehrabi, 2020) شاخص ردپای اکولوژیکی را برای ارزیابی وضعیت پایداری در بخش کشاورزی ایران برای دوره زمانی ۸۶-۱۳۷۶ با استفاده از رهیافت تعیین میزان واقعی تقاضای زمین، محاسبه و نتایج به دست آمده را در داخل کشور و در سطح جهانی مورد ارزیابی قرار دادند. شیخ زین‌الدین و الهی (Sheikhzeinodin and Elahi, 2022) شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را برای استان‌های کشور در نظر گرفته و با استفاده از روش‌های موریس، مک‌گراناهان و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، پایداری کشاورزی را سنجش نمودند. ذولفقار و ثاپا (Zulfiqar and Thapa, 2017) پایداری کشاورزی استان‌های پنجاب، سند، KPK و بلوچستان را در کشور پاکستان برای دوره زمانی ۲۰۱۳-۲۰۰۵ با استفاده از شاخص‌های منتخب، مورد بررسی قرار دادند. بکری و همکاران (Bakri *et al.*, 2018) با هدف تعیین شاخص‌هایی برای توسعه پایدار مناطق استانی اندونزی از دو روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و تحلیل خوشه‌ای استفاده کردند. رن و همکاران (Ren *et al.*, 2019) تاثیر اندازه مزارع بر پایداری کشاورزی را در مزارع چین بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که افزایش اندازه مزارع، اثر معنی‌داری بر کاهش مصرف کودها و آفت‌کش‌ها داشته و از این نظر، زمینه حفاظت محیط زیست را فراهم می‌کند. استریمیکس و بالزنتیس (Streimikis and Baležentis, 2020) با توجه به عدم وجود رویکردی هماهنگ در حوزه مسائل پایداری کشاورزی و سیاستگذاری آن، اقدام به بسط و توسعه چارچوب جدیدی از شاخص‌ها به منظور ارزیابی پایداری در کشاورزی نمودند. تالوکدر و همکاران (Talukder *et al.*, 2020) پایداری سیستم‌های کشاورزی را از مسائل جدی و اساسی در تضمین بقا و رفاه جوامع انسانی دانسته و بر پیچیدگی آن تاکید نمودند. از بررسی پیشینه پژوهش چنین بر می‌آید که در مطالعات گوناگون از رهیافت‌های مختلفی برای ارزیابی پایداری کشاورزی و محیط زیست بهره گرفته شده است؛ از جمله پرکاربردترین آنها می‌توان به رهیافت برنامه‌ریزی توافقی، تحلیل پوششی داده‌ها، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی، و مجموعه شاخص‌های اندازه‌گیری پایداری اشاره نمود. اکثر روش‌های ذکر شده، پایداری کشاورزی را در یک مقطع از زمان و در سطح مزارع یا منطقه مورد بررسی قرار می‌دهند. حال آنکه شاخص‌ها این امکان را برای محقق فراهم می‌آورند که پایداری را در یک بازه زمانی ارزیابی کند. در ایران بیشتر مطالعات، در یک مقطع از زمان و در سطح یک منطقه یا مزارع انجام شده است و از این نظر، پژوهش حاضر از سایر پژوهش‌ها متمایز می‌گردد. زیرا با توجه به نوع شاخص‌های به کار رفته و نحوه محاسبه و سنجش آنها در یک بازه زمانی، نسبت به مطالعات پیشین از نوآوری برخوردار می‌باشد. در بیشتر مطالعاتی که در سطح استانی انجام شده صرفا به بررسی یک استان پرداخته شده است (نظیر رشیدپور (Rashidpour, 2015) در استان آذربایجان غربی، منافی و همکاران (Manafi *et al.*, 2017) در استان آذربایجان شرقی و هادی پور و همکاران (Hadipour *et al.*, 2019) در شهرستان مرودشت) و فقط دو مطالعه امیرزاده مرادآبادی و همکاران (Amirzadeh moradabadi *et al.*, 2018) و کوچکی و همکاران (Kouchaki *et al.*, 2015) در سطح کلیه استان‌های کشور انجام شده‌اند. کوچکی و همکاران با روش مزیت نسبی و پنج شاخص کلی منابع کشاورزی، پیشرفت کشاورزی، محیط زیست، وضعیت جوامع روستایی و آموزش، پایداری را ارزیابی کرده‌اند. امیرزاده مرادآبادی و همکاران، پایداری را به پنج بعد اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی، فنی و سیاستی تقسیم و برای هریک زیرشاخص‌هایی را تعریف و محاسبه نموده‌اند. از این رو تفاوت‌هایی در مطالعات صورت گرفته وجود دارد. می‌توان گفت نوآوری مقاله حاضر نسبت به مطالعات قبلی در ابعاد انتخاب شده (اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی) و همچنین شاخص‌های ذیل هر یک از ابعاد می‌باشد. بنابراین با توجه به جایگاه توسعه پایدار کشاورزی در برنامه‌های پنج ساله توسعه ایران، هدف این پژوهش، ارزیابی پایداری کشاورزی در استان‌های کشور بر اساس آخرین اطلاعات در دسترس است. به طوری که ارزیابی پایداری کشاورزی و شناخت نقاط قوت و ضعف توسعه پایدار کشاورزی طی یک دهه اخیر در هر منطقه می‌تواند به قانون‌گذاران در اتخاذ سیاست‌ها و راهبردهای متناظر با وضعیت کنونی کمک کند و متولیان بخش کشاورزی اقدامات خود را به سمت افزایش تولید پایدار که مقدمه‌ای برای استقرار امنیت غذایی پایدار است، پیش ببرند.

مواد و روش‌ها

پراستنادترین تعریف از ابعاد پایداری مربوط به تعریف سازمان ملل می‌باشد که مطالعات گوناگون از جمله سازمان فائو عموما از این تعریف استفاده کرده‌اند و دربرگیرنده سه جنبه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی می‌باشد (Salvado *et al.*, 2015). با توجه به اینکه مطالعه حاضر در حوزه کشاورزی انجام شده، از تعریف مورد تأیید فائو و ابعاد ۳ گانه فوق استفاده شده است. ارزیابی پایداری کشاورزی نیازمند تعیین شاخص‌های معنی‌داری است که ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را پوشش دهند. انتخاب شاخص‌های به کار رفته در این مطالعه، بر اساس ارتباط شاخص‌ها و در دسترس بودن داده‌های ثانویه می‌باشد. شاخص‌های خاص مورد استفاده و تحلیل به شرح زیر می‌باشند:

پایداری زیست محیطی

الف) تنوع محصول: تنوع محصول، ریسک و عدم قطعیت ناشی از کشت تک محصولی و تغییرات بیولوژیکی و اقلیمی را کاهش می‌دهد. ثابت شده است که تنوع محصول، بخش مهمی از تحلیل بهره‌وری کشاورزی را شامل می‌شود (Chakraborty, 2012). درجه تنوع محصول با استفاده از شاخص هرفیندال (HI) توسعه یافته توسط ملیک و سینگ (Malik and Singh, 2002) مورد تحلیل قرار خواهد گرفت.

$$HI = \sum_{i=1}^{n} P_i^2 \quad (۱)$$

در حالی که: $P_i = \frac{A_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$

در روابط فوق، P_i نشان‌دهنده سهم محصول i ام، A_i سطح زیر کشت محصول i ام (هکتار)، $\sum_{i=1}^{n} A_i$ کل سطح کشت شده (هکتار) و i تعداد محصولات (1, 2, ..., n) می‌باشند. بین مقدار به دست آمده برای HI و تنوع محصول یک رابطه معکوس وجود دارد. مقدار عددی یک نشان‌دهنده تخصص کامل و مقدار صفر بیانگر تنوع کامل است.

ب) مصرف کودها: مصرف بی‌رویه کودهای غیر آلی شدیداً به سلامت خاک آسیب زده، در نتیجه پایداری تولید محصولات را مورد تهدید قرار می‌دهد (Khan *et al.*, 2012). در مقابل، کودهای آلی سلامت خاک را بهبود می‌بخشند. از این رو مصرف کودهای آلی و غیر آلی به عنوان شاخصی از پایداری زیست محیطی در نظر گرفته می‌شود.

ج) مصرف حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها: آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها و قارچ‌کش‌های غیر آلی به محیط زیست و جوامع خسارت وارد می‌آورند (Khan *et al.*, 2011;Wilson and Tisdel, 2001). این مواد شیمیایی همچنین به آب‌های زیرزمینی نفوذ کرده و موجب تنزل کیفیت آن می‌شوند (Carey, 1991). بنابراین، درصد مزارع استفاده کننده و شدت استفاده از این مواد به عنوان شاخصی از پایداری زیست محیطی در نظر گرفته می‌شود.

پایداری اقتصادی

الف) تغییر در تولید کلی محصول: شاخص کوانتومی تولیدات کشاورزی (QI) یک شاخص تجمیعی و مفید جهت درک تغییرات تولید کلی محصول در سطوح استانی است. این شاخص با رابطه زیر قابل محاسبه است (Zulfiqar and Thapa, 2017):

$$QI = \frac{\sum Q_n}{\sum Q_0} \times 100 \quad (۲)$$

که در آن Q_n و Q_0 به ترتیب معرف تولیدات سال مرجع و سال پایه است. در این پژوهش، سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ به عنوان سال پایه در نظر گرفته شده است.

ب) ثبات در تولید محصول: ثبات در تولید محصول به حفظ یک حداقل مقدار از تولید و یا ایجاد یک افزایش نسبی در تولید نسبت به سال پایه گفته می‌شود. ثبات در تولید محصولات عمده با استفاده از آزمون نرمالیته شاپیرو-ویلک[1] (SW) و آزمون t یک طرفه بررسی می‌شود (Student, 1908Shapiro and Wilk, 1965;).

آزمون نرمالیته شاپیرو-ویلک: این آزمون مختص حجم نمونه‌های کوچک بوده (Shapiro and Wilk, 1965;Razali and Wah, 2011) و لذا در این پژوهش به منظور سنجش نرمال بودن داده‌ها به کار خواهد رفت. حداقل حجم نمونه لازم برای انجام این آزمون، ۴ می‌باشد. آماره آزمون شاپیرو-ویلک برای نمونه تصادفی $y_1 < y_2 < \cdots < y_n$ به صورت زیر تعریف می‌شود (Shapiro and Wilk, 1965):

$$W = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n} a_i y_i\right]^2}{\sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2} \quad (۳)$$

که y_i از درجه i ام، $\bar{y}$ میانگین نمونه، $a_i = (a_1, \ldots, a_n) = \frac{m^T V^{-1}}{(m^T V^{-1} V^{-1} m)^{1/2}}$ و $m = (m_1, \ldots, m_n)^T$ مقادیر مورد انتظار برگرفته شده از توزیع نرمال استاندارد بوده و V ماتریس کوواریانس می‌باشد. مقدار W در بازه صفر تا یک متغیر است که مقادیر کمتر نشان‌دهنده داده‌های غیر نرمال هستند.

آزمون t یک طرفه: این آزمون به منظور بررسی معنی‌داری تغییر در مقدار متوسط سالانه تولید، منعکس شده در QI، بین سال‌های پایه و مرجع به کار می‌رود. فرض صفر بیانگر این است که متوسط مقدار QI برای کلیه سال‌ها متفاوت نبوده است. در صورتی که داده‌ها از توزیع نرمال برخوردار باشند، آزمون t یک طرفه برای حجم نمونه کوچک با اطمینان زیادی قابل کاربرد خواهد بود (Student, 1908). بنابراین ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون SW آزمون شده و سپس آزمون t یک طرفه به کار برده خواهد شد.

پایداری اجتماعی

هر چند نمی‌توان بخش کشاورزی را به روستاها محدود کرد، لیکن با توجه به اتکا و درهم تنیدگی موجودیت و بقای روستا با کشاورزی، شاخص‌های این بعد در حوزه روستا انتخاب شده‌اند:

الف) اشتغال نیروی کار روستایی: از آنجا که سهم عمده‌ای از جمعیت روستایی به کشاورزی وابسته‌اند، نرخ بیکاری نیروی کار روستایی به عنوان شاخصی جهت سنجش پایداری اجتماعی در نظر گرفته می‌شود. شاخص مذکور نشان‌دهنده توانایی بخش کشاورزی در فراهم‌سازی فرصت‌های شغلی است (Zulfiqar and Thapa, 2017).

ب) امنیت غذایی روستایی: توان مالی تهیه غذا، که توانایی مردم برای پرداخت مخارج غذا را نشان می‌دهد، یک شاخص مهم از امنیت غذایی به شمار می‌آید (DEFRA. 2008). اگر هزینه پرداختی برای غذا سهم عمده‌ای از کل مخارج زندگی خانوار را به خود اختصاص دهد، تهیه غذا به مخاطره خواهد افتاد (FAO, 2012). این نسبت با

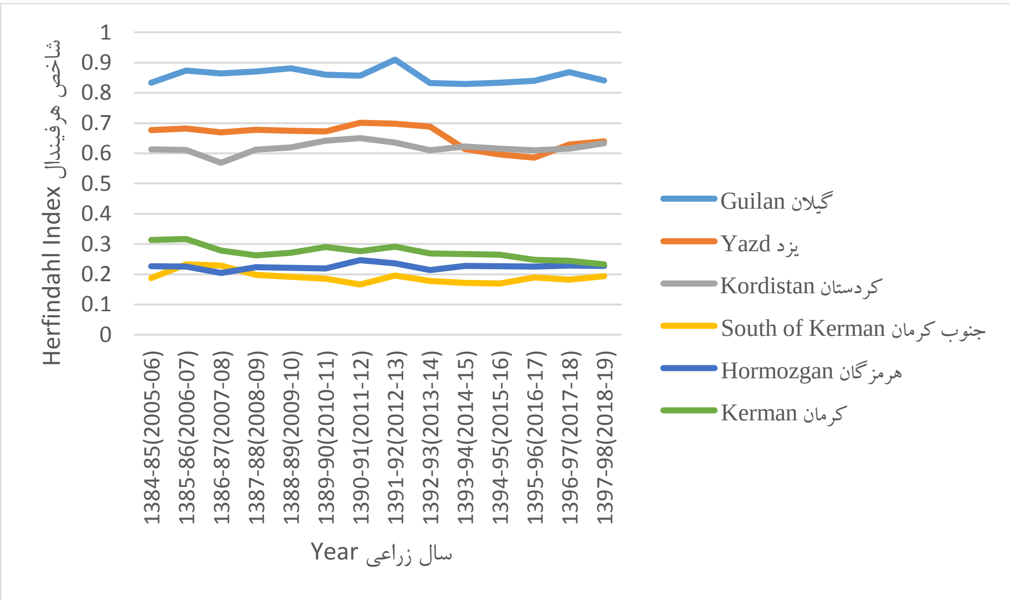
1- Shapiro-Wilk

نام ضریب انگل[1] شناخته می‌شود (FAO, 2012). بنابراین میزان بالاتر این ضریب به معنای امنیت غذایی ضعیف‌تر است.

به منظور گردآوری اطلاعات در این پژوهش از منابع زیر استفاده شد: داده‌های متعلق به شاخص تنوع محصول و شاخص کوانتومی تولیدات کشاورزی شامل محصولات زراعی کشت شده، میزان تولیدات (تن) و سطح زیر کشت (هکتار) آنها در استان‌های مختلف برای دوره زمانی ۱۳۹۸-۱۳۸۴ از جلد اول آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی استخراج شد. میزان فروش انواع کودهای شیمیایی (تن) و آفت‌کش‌ها (کیلوگرم) به تفکیک استان برای دوره زمانی ۱۳۹۸-۱۳۸۴ از جلد دوم آمارنامه کشاورزی وزارت جهاد کشاورزی به دست آمد. سهم اشتغال جمعیت روستایی در بخش کشاورزی به تفکیک استان برای دوره زمانی ۱۳۹۸-۱۳۸۸ از سایت مرکز آمار ایران (نتایج آمارگیری نیروی کار) اخذ گردید. متوسط هزینه‌های خوراکی و غیر خوراکی خانوارهای روستایی (هزار ریال) به تفکیک استان از سالنامه‌های آماری استان‌های مختلف موجود در سایت مرکز آمار ایران برای دوره‌های زمانی متغیر (معمولاً ۱۳۹۷-۱۳۸۵) استخراج شد.

نتایج و بحث

شاخص هرفیندال به عنوان نشانگر تنوع کشت محصول و در نتیجه پایداری زیست محیطی کلیه استان‌های کشور، برای بازه زمانی ۹۸-۱۳۸۴ محاسبه شد. بررسی این شاخص نشان می‌دهد عموم استان‌های کشور در سال‌های مورد مطالعه از وضعیت مناسبی در تنوع کشت برخوردار بوده‌اند، به نحوی که میزان شاخص به ندرت از ۰/۵ فراتر رفته است. در این میان، جنوب استان کرمان، استان هرمزگان و استان کرمان به ترتیب با میانگین شاخص ۰/۱۹، ۰/۲۳ و ۰/۲۷ بیشترین تنوع محصول نسبت به سطح زیر کشت را دارا بوده‌اند. در کلیه سال‌ها به استثنای سال زراعی ۸۷-۸۶، جنوب استان کرمان همواره کمترین میزان شاخص را تجربه نموده است. هشت محصول عمده این ناحیه شامل گندم، جو، ذرت دانه‌ای، سیب زمینی، پیاز، گوجه فرنگی، هندوانه و یونجه می‌باشند که به طور متوسط در سطح برداشت حدود ۱۶۵۲۳۶ هکتار توزیع شده‌اند. شایان ذکر است که این ناحیه تنها حدود ۱/۴ درصد از کل سطح برداشت محصولات زراعی کشور را به خود اختصاص می‌دهد. استان‌های گیلان، یزد و کردستان به ترتیب بیشترین میانگین مقدار شاخص را با مقادیر ۰/۸۶، ۰/۶۶ و ۰/۶۲ به خود اختصاص داده‌اند و از این رو کمترین سطح تنوع کشت در این استان‌ها مشاهده می‌شود. استان گیلان در مجموع با زیر کشت بردن سطحی حدود ۲۸۵ هزار هکتار، سالانه متوسط ۲۰۰ هزار هکتار از این اراضی را به کشت برنج تخصیص می‌دهد. شکل ۱ استان‌های دارای بیشترین و کمترین شاخص هرفیندال را طی بازه مورد بررسی به تصویر کشیده است. به دلیل حجم زیاد جداول نتایج مذکور و تعدد نمودارها، از ارائه همه آنها در متن مقاله خودداری شده و صرفا به ترسیم نمودارهای متعلق به استان‌های دارای بیشترین و کمترین مقادیر، اکتفا شده است.



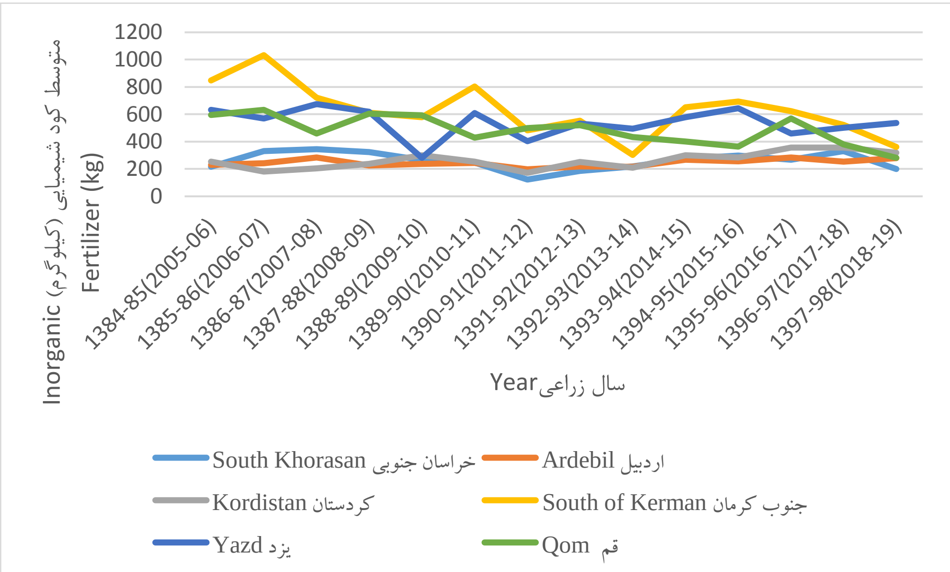
شکل ۱- استان‌های دارای بیشترین و کمترین شاخص هرفیندال طی سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۴ تا ۹۸-۱۳۹۷

Figure 1- Provinces with the highest and lowest Herfindal index during 2005/06–2018/19

1- Engle ratio

طبق نتایج محاسبه متوسط میزان نهاده کود شیمیایی و کود حیوانی مصرف شده در یک هکتار برای استان‌های کشور طی سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۴ تا ۹۸-۱۳۹۷، تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای در میزان کودهای مصرفی به ازای هر واحد زمین مشاهده می‌شود. ناحیه جنوب کرمان، استان یزد و استان قم به ترتیب با ۶۱۱/۱۱، ۵۶۰/۳۷ و ۴۹۴/۲۲ کیلوگرم به طور متوسط بیشترین میزان نهاده کود شیمیایی مصرف شده در یک هکتار را به خود اختصاص داده‌اند. کمترین میزان مصرف این نهاده نیز با ۲۴۵/۶۷، ۲۵۳/۵۶ و ۲۶۲/۰۴ کیلوگرم به ترتیب متعلق به استان‌های اردبیل، کردستان و خراسان جنوبی می‌باشد (شکل ۲). شدت میزان کاربرد نهاده کود شیمیایی به چند عامل نسبت داده می‌شود: دسترسی آسان کشاورزان به نهاده‌هایی نظیر کود، بذر و سموم به دلیل برخورداری از شبکه حمل و نقل نسبتا مناسب و تسهیل دسترسی به مراکز بازاری؛ فراهم بودن کود شیمیایی در نرخ‌های یارانه‌ای؛ کشت واریته‌های دارای عملکرد بالا که واکنش خوبی نسبت به اعمال کودهای شیمیایی دارند (Salam, 1977)؛ و موجود بودن آب آبیاری (Mudasser *et al*., 2001). البته با نگاهی به استان‌های با میانگین مصرف بالای کود شیمیایی (یزد و قم) که در مناطق خشک قرار گرفته و با مشکل کمبود آب کشاورزی مواجه هستند، به نظر می‌رسد سطح برداشت پایین محصولات زراعی و میزان تولید کم این محصولات در استان‌های مذکور به علاوه کیفیت نامناسب خاک‌های اراضی زیر کشت، کشاورزان این مناطق را به سمت استفاده بیشتر از نهاده‌های تقویت‌کننده تولید مانند کود شیمیایی سوق می‌دهد.

اگرچه تعیین میزان مطلوب مصرف نهاده کود شیمیایی در اراضی و استان‌های مختلف و مقایسه با ارقام اعلامی فوق، نیازمند بررسی‌های آزمایشگاهی و پایش کیفی خاک‌های کشور می‌باشد که خارج از حیطه عمل گزارش حاضر است، لیکن مرور منابع موجود و سوابق امر حاکی از آن است که میزان برآورد و توزیع و مصرف کودهای شیمیایی برای تولید محصولات کشاورزی در کشور طی سال‌های گذشته با هم مطابقت نداشته است. به طوری که مقدار مصرف کودهای شیمیایی در خوشبینانه‌ترین حالت طی سال‌های ۹۸-۱۳۸۷ حدود ۳ میلیون تن در سال بوده است، در حالی که طبق برآوردها سالانه به مصرف میزانی حدود ۵-۴ میلیون تن کود در کشور نیاز است (Agricultural Research, Education and Extension Organization, 2020). بنابراین، توزیع کودها تاکنون مطابق با وضعیت حاصلخیزی خاک در کشور نبوده است که این امر عدم تعادل عناصر غذایی در خاک را به همراه دارد و تداوم آن، منجر به تشدید بیلان منفی عناصر غذایی و ناپایداری حاصلخیزی خاک خواهد شد.



شکل ۲- استان‌های دارای بیشترین و کمترین متوسط میزان نهاده کود شیمیایی (غیر آلی) مصرف شده در یک هکتار طی سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۴ تا ۹۸-۱۳۹۷

Figure 2- Provinces with the highest and lowest average amount of inorganic fertilizer per hectare during 2005/06–2018/19

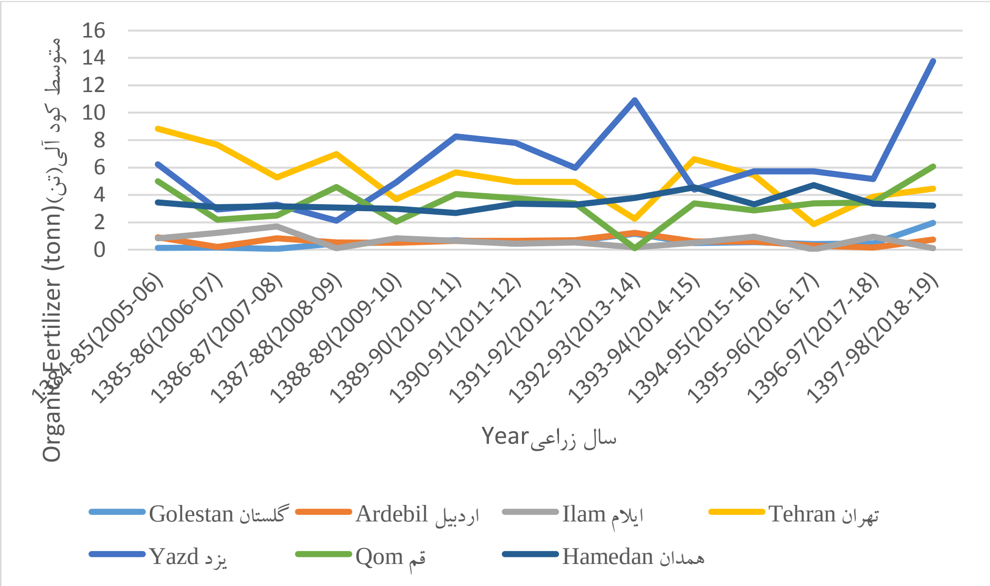
در رابطه با متوسط میزان مصرف نهاده کود حیوانی (آلی) به ازای واحد زمین، استان‌های یزد، تهران، همدان و قم به ترتیب با ۶/۲۷، ۵/۱۵، ۳/۴۹ و ۳/۴۱ تن در هکتار، بیشترین میزان مصرف، و استان‌های گلستان، اردبیل و ایلام به ترتیب با ۰/۶، ۰/۶۲ و ۰/۶۴ تن در هکتار کمترین مقدار مصرف این نهاده را در اختیار دارند (شکل ۳). بنابراین استان‌های یزد و قم علاوه بر مصرف بالای کود شیمیایی، کماکان رتبه بالایی را در زمینه مصرف کودهای آلی نیز به خود اختصاص داده‌اند. میزان مصرف استان تهران به دلیل در بر داشتن آمار مربوط به استان البرز تا سال ۱۳۸۹، رقم بالایی را نشان داده و پس از شکل‌گیری مستقل استان البرز، از میزان مصرف نهاده کود حیوانی در استان تهران نیز کاسته شده است. بنابراین عمده مصارف این نهاده در استان تهران مربوط به قبل از سال ۱۳۸۹ می‌باشد.

بر اساس اطلاعات نقشه پیش‌بینی شده کربن آلی خاک‌های کشور در سال ۱۳۹۷، داده‌های نقشه کربن آلی خاک‌های کشور حکایت از فقر مواد آلی در خاک‌های کشاورزی دارد که عامل محدود کننده افزایش تولید در واحد سطح است[1]. طبق مطالعه مشیری (Moshiri, 2020)، بیش از ۶۰ درصد خاک‌های کشور کمتر از یک درصد کربن آلی دارند. از آنجایی که رابطه مستقیمی بین شرایط اقلیمی و میزان بارش در هر محدوده جغرافیایی با میزان کربن آلی خاک وجود دارد، از این رو به جز مناطق شمالی و برخی مناطق غربی ایران به دلیل حاکمیت شرایط خشک و نیمه خشک شرایط برای تجمع کربن آلی در خاک فراهم نمی‌باشد (Moshiri, 2020). در عین حال، بررسی تغییرات کربن آلی خاک در استان‌های کشور در دو مقطع زمانی ۱۳۴۵ و ۱۳۹۷ که به ترتیب توسط سازمان فائو و بانک حاصلخیزی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب کشور (Agricultural Research, Education and Extension Organization, 2020) انجام شده، نشان می‌دهد درصد تغییرات کربن آلی حتی در استان‌های شمالی نیز در طول سال‌های مورد بررسی منفی بوده است. به ویژه در مورد استان گلستان که با تجربه کاهش ۳۴ درصدی و افت میزان کربن آلی خاک به زیر ۱/۵ درصد مواجه شده است، و همچنین کمترین میانگین مصرف کود حیوانی (آلی) در سال‌های مورد بررسی را بر اساس شکل ۳ در اختیار دارد، لزوم کاربرد و مدیریت بهینه کودهای آلی (در کلیه استان‌های کشور به خصوص در استان گلستان) بیش از پیش آشکار می‌شود.

نتایج محاسبه متوسط میزان آفت‌کش‌های مصرف شده در یک هکتار برای استان‌های کشور طی سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۴ تا ۹۸-۱۳۹۷ بر حسب کیلوگرم، نشان می‌دهد کشاورزان استان‌های مازندران، بوشهر و گلستان به ترتیب با ۶، ۶ و ۵/۴۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان مصرف آفتکش‌ها را در اختیار دارند. کمترین میزان مصرف نیز با ۰/۷۱، ۰/۷۵ و ۱/۱۶ کیلوگرم در هکتار به ترتیب متعلق به استان‌های خراسان جنوبی، سیستان و بلوچستان و کرمان می‌باشد (شکل ۴). در میان محصولات کشاورزی، برنج از جمله محصولاتی است که بیشترین میزان مصرف سموم شیمیایی را به خود اختصاص می‌دهد (Salami and Khaledi, 2001). کرم ساقه‌خوار نواری برنج به عنوان آفت خطرناک در مزارع برنج شمال کشور محسوب می‌گردد و قسمت اعظم کنترل این آفت بوسیله حشره‌کش‌های شیمیایی(محلول و گرانول) انجام می‌گیرد (Majidi and Padasht, 2010). از این رو استان‌های شمالی کشور بیشترین مصرف حشره‌کش‌ها را دارند. این در حالی است که طبق مطالعه افرین و همکاران (Afrin *et al*., 2017) که به منظور تعیین نرخ بهینه مصرف آفتکش‌ها برای تولید برنج در بنگلادش انجام گرفته، این نرخ معادل ۲/۷ کیلوگرم در هکتار به دست آمده است. با این وصف، کاربرد سموم شیمیایی در استان‌های مازندران و گلستان بیش از دو برابر نرخ بهینه و در استان گیلان (۴/۳۸) نیز همچنان بیشتر از نرخ بهینه می‌باشد که لزوم افزایش سطوح کنترل بیولوژیک را آشکار می‌کند. البته نباید از خاطر دور داشت که میزان مصرف سموم در کشورها، به متوسط مصرف سم تکنیکال (ماده موثره) برای هر هکتار نیز بستگی دارد. از طرفی در استان‌های جنوبی کشور نظیر بوشهر و هرمزگان (با مصرف سموم به ترتیب ۶ و ۳/۹۵ کیلوگرم در هکتار) سهم زیادی از مصارف سموم به محصولاتی نظیر خیار و گوجه‌فرنگی آبی اختصاص پیدا می‌کند. چون امکان بروز آفات در این گونه محصولات تازه‌خوری بیشتر است و از طرفی چون این محصولات مصرف روزانه دارند، در مواردی برای اینکه این تولیدات قبل از رسیدن کامل برای ورود به بازار آماده شوند از سموم شیمیایی در تولید آنها استفاده می‌شود. با در نظر گرفتن مصارف تازه‌خوری این محصولات، کاهش مصرف سموم پرخطر و افزایش سطوح مبارزه بیولوژیک و سایر روش‌های مبارزه با آفات اهمیت می‌یابد.

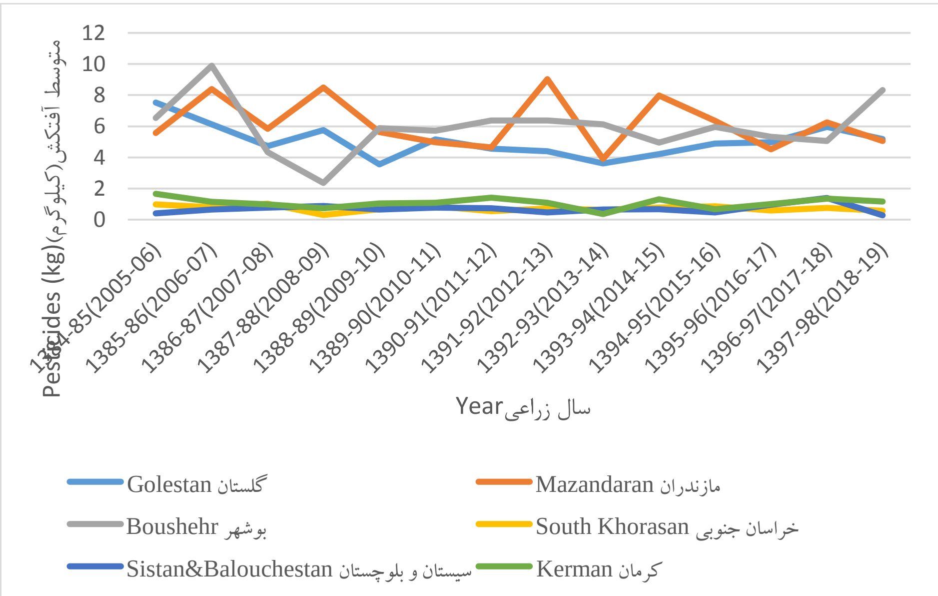
نتایج محاسبه شاخص کوانتومی تولید محصولات برای استان‌های کشور طی سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۴ تا ۹۸-۱۳۹۷، حاکی از وجود نوسانات زیاد در میزان تولید کلی محصولات استان‌های مختلف طی سال‌های مورد مطالعه است. بیشترین تغییر مثبت در میزان تولید محصولات به استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان، خراسان جنوبی و بوشهر به ترتیب با ۱۶۹/۸۹، ۱۵۷/۱۳، ۱۲۸/۶۳ و ۱۲۸/۲۸ نسبت داده می‌شود.

۱- به ازای هر ۰/۱ درصد افزایش کربن آلی خاک (یک گرم در یک کیلوگرم خاک) به طور میانگین۲۸۶ کیلوگرم به عملکرد گندم اضافه می‌شود (Keshavarz *et al*., 2013).



شکل ۳- استان‌های دارای بیشترین و کمترین متوسط میزان نهاده کود حیوانی (آلی) مصرف شده در یک هکتار طی سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۴ تا ۹۸-۱۳۹۷

Figure 3- Provinces with the highest and lowest average amount of organic fertilizer per hectare during 2005/06–2018/19



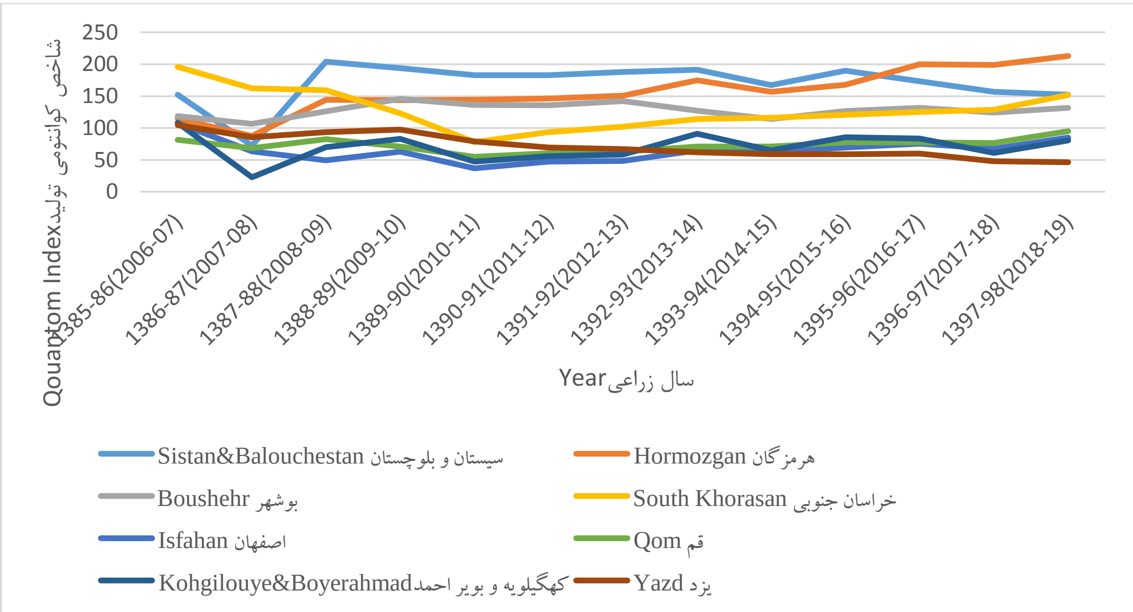
شکل ۴- استان‌های دارای بیشترین و کمترین متوسط میزان آفتکش‌های مصرف شده در یک هکتار طی سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸۴ تا ۹۸-۱۳۹۷

Figure 4- Provinces with the highest and lowest average amount of pesticides per hectare during 2005/06–2018/19

بررسی آمار سطح برداشت محصولات عمده در استان سیستان و بلوچستان، نشانگر افزایش سطح کشت دو محصول عمده استان (گندم و هندوانه) می‌باشد. بنابراین افزایش میزان تولیدات با افزایش سطح زیر کشت در این استان در ارتباط است. اما در مورد استان هرمزگان صرفا در خصوص محصولات هندوانه و گوجه فرنگی، و در مورد استان خراسان جنوبی در حوزه محصولات جو و خربزه، افزایش جزئی سطح زیر کشت مشاهده می‌شود که البته با نوسانات همراه بوده است. در استان بوشهر نیز تغییر قابل ملاحظه‌ای در سطح زیر کشت محصولات عمده استان (گندم، جو و گوجه فرنگی) رؤیت نمی‌شود و لذا افزایش تولیدات این استان‌ها نسبت به سال پایه را باید در عوامل

دیگری جستجو نمود. به نظر می‌آید بالا بودن عملکرد محصولات تولیدی در مقایسه با میانگین کشوری و سال پایه را بتوان به عنوان یکی از این عوامل در نظر گرفت. به طور مثال عملکرد محصول خربزه در استان خراسان جنوبی در سال ۱۳۸۵ معادل ۱۴۰۹۰ کیلوگرم و پایین‌تر از متوسط کشوری (۱۷۸۷۱ کیلوگرم) بود که در سال ۱۳۹۸ این رقم به ۲۸۸۹۴ کیلوگرم و بالاتر از میانگین کشور (۲۵۳۴۲ کیلوگرم) رسیده است. شایان ذکر است که استان مذکور طبق شکل‌های ۲ و ۴ از کمترین میزان مصرف سموم و کود شیمیایی نیز برخوردار می‌باشد که پتانسیل بالای آن جهت تولید محصولات کشاورزی را نمایان می‌سازد.

از سوی دیگر استان‌های اصفهان (۶۴/۶۲)، تهران (۶۸)، قم (۷۳/۱۶)، کهگیلویه و بویر احمد (۷۰/۲) و یزد (۷۱/۵۴) پایین‌ترین میزان شاخص کوانتومی تولید محصولات را طی سال‌های مورد بررسی داشته و به عبارت بهتر با افت تولید کلی محصولات در این سال‌ها مواجه بوده‌اند. بررسی سطوح زیر کشت محصولات عمده استان‌ها طی بازه زمانی ۹۸-۱۳۸۶حاکی از کاهش سطح کشت محصولات گندم، جو و سیب زمینی در استان اصفهان، گندم و جو در استان‌های قم و کهگیلویه و بویر احمد، و گندم و نباتات علوفه‌ای در استان یزد می‌باشد. با در نظر گرفتن این نکته که استان‌های مذکور عموما رتبه‌های بالایی را از نظر مصارف کودهای شیمیایی و آلی به خود اختصاص می‌دهند، به نظر می‌آید قرارگیری آنها در نواحی مرکزی و خشک کشور و مشکل دسترسی کشاورزان به آب آبیاری در کاهش سطح کشت و میزان تولید بی‌تاثیر نبوده است. شکل ۵، استان‌های دارای بیشترین و کمترین شاخص کوانتومی تولید محصولات طی سال‌های زراعی مورد بررسی را ترسیم نموده است.



شکل ۵- استان‌های دارای بیشترین و کمترین شاخص کوانتومی تولید محصولات طی سال‌های زراعی ۸۶-۱۳۸۵ تا ۹۸-۱۳۹۷

Figure 5- Provinces with the highest and lowest Quantum index during 2006/07–2018/19

نتایج آزمون نرمالیته شاپیرو ـ ویلک (جدول ۱) موید توزیع نرمال داده‌های به کار برده شده برای شاخص کوانتومی تولیدات کشاورزی در اکثر استان‌ها می‌باشد. فرض صفر آزمون، توزیع نرمال داده‌ها را مورد سنجش قرار می‌دهد. بنابراین اگر فرض صفر رد شود، نتیجه گرفته می‌شود که داده‌ها از یک جامعه با توزیع نرمال اخذ نشده‌اند. معمولا به منظور تعیین وضعیت رد یا عدم رد فرض صفر، به سطح معنی‌داری اکتفا می‌شود. چنانچه مقدار سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ باشد فرض صفر رد و نتیجه گیری می‌شود که داده‌های نمونه از یک جامعه نرمال استخراج نشده‌اند. سطح معنی‌داری برای ۲۹ استان مورد بررسی حتی بیشتر از ۰/۱ گزارش شده است؛ به این معنی که شواهد کافی برای رد فرض صفر در این استان‌ها وجود ندارد و لذا از توزیع نرمال برخوردار می‌باشند. همچنین درجه معنی‌داری استان زنجان نیز بالاتر از ۰/۰۵ گزارش شده است که حاکی از پذیرش فرض صفر و نرمال بودن شاخص کوانتومی تولیدات در طی سال‌ها می‌باشد. اما در مورد استان‌های سیستان و بلوچستان و گیلان با توجه به پایین‌تر بودن سطح معنی‌داری از معیار ۰/۰۵ و قوت گرفتن احتمال انحراف از توزیع نرمال، فرض صفر رد می‌شود و از این رو آزمون t یک طرفه در این استان‌ها قابل کاربرد نخواهد بود.

جدول ۱- نتایج آزمون نرمالیته شاپیرو ـ ویلک برای شاخص کوانتومی تولیدات کشاورزی (سال پایه ۸۵-۱۳۸۴)

Table 1- Shapiro-Wilk test results for Quantum index (reference year: 2005/6)

استان Provinces	آماره Statistic	درجه آزادی Degree of Freedom	سطح معنی‌داری Significance
East Azerbayjan آذربایجان شرقی	0.921	13	0.257
West Azerbayjan آذربایجان غربی	0.942	13	0.488
Ardebil اردبیل	0.912	13	0.198
Isfahan اصفهان	0.936	13	0.404
Alborz البرز	0.916	8	0.396
Ilam ایلام	0.977	13	0.961
Boushehr بوشهر	0.98	13	0.981
Tehran تهران	0.907	13	0.166
Chaharmahal&Bakhtiari چهار محال و بختیاری	0.955	13	0.684
South of Khorasan خراسان جنوبی	0.961	13	0.771
Razavi Khorasan خراسان رضوی	0.911	13	0.187
North of Khorasan خراسان شمالی	0.981	13	0.984
Khouzestan خوزستان	0.921	13	0.261
Zanjan زنجان	0.883	13	0.078
Semnan سمنان	0.937	13	0.42
Sistan&Balouchestan سیستان و بلوچستان	0.769	13	0.003
Fars فارس	0.971	13	0.906
Gazvin قزوین	0.936	13	0.414
Qom قم	0.981	13	0.985
Kordistan کردستان	0.893	13	0.104
Kerman کرمان	0.957	13	0.706
Kermanshah کرمانشاه	0.903	13	0.145
Kohgilouye&boyerahmad کهگیلویه و بویر احمد	0.97	13	0.897
Golestan گلستان	0.959	13	0.747
Guilan گیلان	0.847	13	0.026
Lorestan لرستان	0.914	13	0.206
Mazandaran مازندران	0.943	13	0.505
Markazi مرکزی	0.972	13	0.923
Hormozgan هرمزگان	0.954	13	0.663
Hamedan همدان	0.964	13	0.819
Yazd یزد	0.936	13	0.408
South of Kerman جنوب کرمان	0.976	13	0.952

ماخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

نتـایج انجـام آزمون t یـک طرفه برای اســتان‌های دارای توزیع نرمال در جدول ۲ منعکس شـده اسـت. فرض صـفر آزمون، تغییر در مقدار متوسـط سالانه تولید، منعکس شده در QI بین سال‌های پایه و مرجع را مورد ســنجش قرار می‌دهـد. نتایج نشــانگر آن اســت که آماره‌های برآوردی در اســتان‌های آذربایجان شــرقی، اصــفهان، چهار محال و بختیاری، خراســان رضــوی، خراســان شــمالی، ســمنان، قم، کرمانشاه، کهگیلویه و بویر احمد، مرکزی و یزد، از نظر آماری معنی‌دار بوده و فرض صفر یکسان بودن متوسط مقدار QI بین سال‌های مورد بررسی را رد می‌کند. بنابراین طبق مقادیر میانگین محاسبه شده برای شـاخص کوانتومی تولیدات کشـاورزی، این اسـتان‌ها کاهش معنی‌دار متوسـط تولید را در طی سـال‌ها تجربه کرده‌اند. البته استان تهران نیز در این زمره قرار می‌گرفـت که به دلیل تجمیع ارقام تولید با اســتان البرز تا سال ۱۳۸۹ و سپس منفک شدن از آن، از تفسیر بیشتر در مورد آن خودداری می‌شـود. در عین حال، استان‌های البرز، بوشهر، خراسان جنوبی، زنجـان، قزوین، کرمـان، مـازنـدران و هرمزگـان از افزایش معنی‌دار متوسـط تولید نسـبت به سـال پایه برخوردار بوده‌اند. در باقی

استـــان‌ها مقادیر میانگین QI حتی در ســـطح ۱۰ درصـــد نیز تفاوت معنی‌داری با سال پایه نداشته‌اند. به این معنی که تولید محصولات در این استـان‌ها در همان میزان سال پایه باقی مانده و یک روند ثابت از تولید را در طی دوره مورد بررســی دارا بوده‌اند. یافته‌های مطالعه شیخ زین‌الـدین و الهی (Sheikhzeinodin and Elahi, 2022) حاکی از آن بود که اسـتان‌های قم، بوشـهر و سـیستان و بلوچستان پایین‌ترین جایگاه را از جنبه اقتصـادی دارند. مقایسـه نتایج مطالعه حاضـر، مؤید جایگاه ناپایدار اقتصـادی اسـتان قم بوده اما در مورد سـایر اسـتان‌ها نتیجه متفاوتی را منعکس می‌کند؛ به طوری که اسـتان سـیسـتان و بلوچسـتان از منظر شــاخص کوانتومی تولیدات طی این ســال‌ها با افزایش مواجه بوده اما غیر نرمال بودن توزیع آن، امکان بررسی ثبات تولید را فراهم نمی‌کند. استان بوشهر نیز از نظر میزان شاخص و ثبات تولید، از بعد اقتصادی پایدار شناخته می‌شود.

جدول ۲- نتایج آزمون t یک طرفه برای شاخص کوانتومی تولیدات کشاورزی (سال پایه ۸۵-۱۳۸۴)

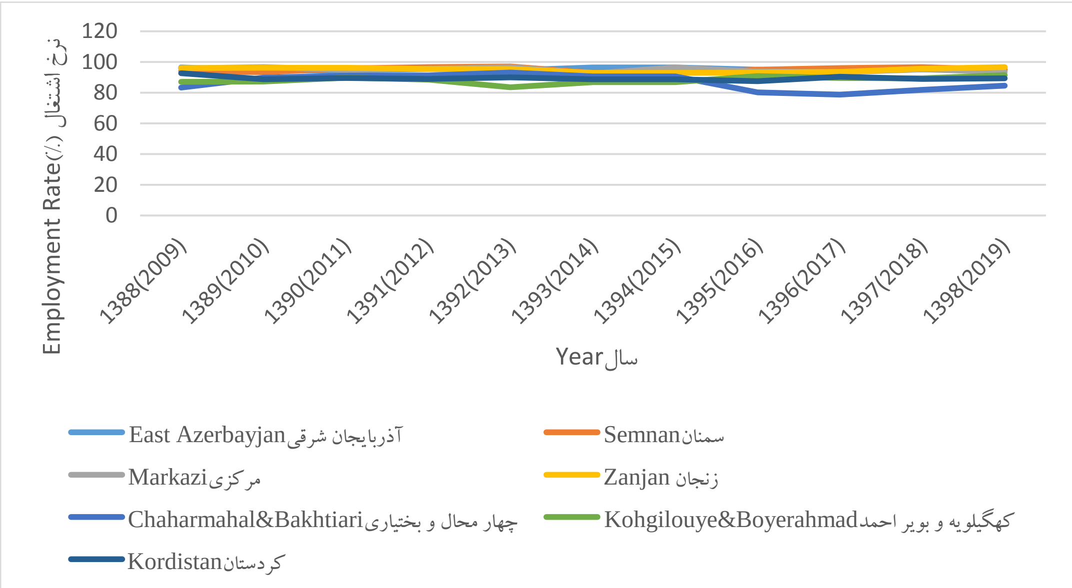
Table 2-One sample T- test results for Quantum index (reference year: 2005/6)

استان Provinces	آماره Statistic	سطح معنی‌داری Significance	تفسیر Interpretation
East Azerbayjan آذربایجان شرقی	-5.401	0.0002	کاهش معنی‌دار Significant Decrease
West Azerbayjan آذربایجان غربی	0.549	0.593	افزایش غیر معنی‌دار (ثابت) Constant
Ardebil اردبیل	1.305	0.216	افزایش غیر معنی‌دار (ثابت) Constant
Isfahan اصفهان	-7.004	0.000	کاهش معنی‌دار Significant Decrease
Alborz البرز	2.444	0.044	افزایش معنی‌دار Significant Increase
Ilam ایلام	-1.575	0.141	کاهش غیر معنی‌دار (ثابت) Constant
Boushehr بوشهر	9.292	0.000	افزایش معنی‌دار Significant Increase
Tehran تهران	-8.372	0.000	کاهش معنی‌دار Significant Decrease
Chaharmahal&Bakhtiari چهار محال و بختیاری	-5.162	0.000	کاهش معنی‌دار Significant Decrease
South of Khorasan خراسان جنوبی	3.25	0.007	افزایش معنی‌دار Significant Increase
Razavi Khorasan خراسان رضوی	-5.548	0.000	کاهش معنی‌دار Significant Decrease
North of Khorasan خراسان شمالی	-3.258	0.007	کاهش معنی‌دار Significant Decrease
Khouzestan خوزستان	1.75	0.106	افزایش غیر معنی‌دار (ثابت) Constant
Zanjan زنجان	3.047	0.01	افزایش معنی‌دار Significant Increase
Semnan سمنان	-3.931	0.002	کاهش معنی‌دار Significant Decrease
Sistan&Balouchestan سیستان و بلوچستان	–	–	–
Fars فارس	-1.443	0.174	کاهش غیر معنی‌دار (ثابت) Constant
Gazvin قزوین	3.057	0.009	افزایش معنی‌دار Significant Increase
Qom قم	-9.248	0.000	کاهش معنی‌دار Significant Decrease
Kordistan کردستان	0.237	0.817	افزایش غیر معنی‌دار (ثابت) Constant
Kerman کرمان	3.065	0.009	افزایش معنی‌دار Significant Increase
Kermanshah کرمانشاه	-3.221	0.007	کاهش معنی‌دار Significant Decrease
Kohgilouye&boyerahmad کهگیلویه و بویر احمد	-4.889	0.000	کاهش معنی‌دار Significant Decrease
Golestan گلستان	1.028	0.324	افزایش غیر معنی‌دار (ثابت) Constant
Guilan گیلان	–	–	–
Lorestan لرستان	-1.274	0.227	کاهش غیر معنی‌دار (ثابت) Constant
Mazandaran مازندران	3.313	0.006	افزایش معنی‌دار Significant Increase
Markazi مرکزی	-1.908	0.08	کاهش معنی‌دار Significant Decrease
Hormozgan هرمزگان	5.938	0.000	افزایش معنی‌دار Significant Increase
Hamedan همدان	-0.741	0.473	کاهش غیر معنی‌دار (ثابت) Constant
Yazd یزد	-5.415	0.000	کاهش معنی‌دار Significant Decrease
South of Kerman جنوب کرمان	1.712	0.112	افزایش غیر معنی‌دار (ثابت) Constant

ماخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research findings

بررسی نرخ اشتغال جمعیت روستایی کشور به تفکیک استانی، حاکی از اشتغال به کار اکثریت (بیش از ۸۵ درصد) نیروی کار روستایی در تمامی استانها است. از آنجا که کشاورزی، مهم‌ترین فعالیت اقتصادی در نواحی روستایی تلقی می‌شود، می‌توان استدلال نمود که بخش کشاورزی مشارکت معنی‌داری در ایجاد فرصت‌های شغلی برای جوامع روستایی داشته است. استان‌های آذربایجان شرقی با ۹۵/۲ درصد، سمنان با ۹۵ درصد، و مرکزی و زنجان مشترکاً با ۹۴/۹ درصد، بالاترین رتبه‌های نرخ اشتغال جمعیت روستایی را به خود اختصاص داده‌اند. در مقابل، استان‌های چهار محال و بختیاری، کهگیلویه و بویر احمد و کردستان به ترتیب با ۸۶/۷، ۸۸/۳ و ۸۹/۳ درصد، اشتغال کمتری را برای جوامع روستایی ایجاد نموده‌اند. همان گونه که در شکل ۶ نیز مشاهده می‌شود، نرخ اشتغال در استان چهار محال و بختیاری در سال‌های ۱۳۹۴ تا ۹۵ با کاهش محسوس بیش از ۱۰ درصدی مواجه شده و این روند کماکان تداوم یافته است. گزارش تحلیل مهارتی نیروی کار مبتنی بر دینامیک اشتغال استان چهار محال و بختیاری که توسط معاونت توسعه کارآفرینی و اشتغال وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی در سال ۱۳۹۷ منتشر شده است، بخش کشاورزی استان را به دلیل خشکسالی‌های پی درپی و همچنین کمبود و بهره‌برداری نامناسب از منابع آب به خصوص در بخش لردگان و کاهش حق آبه زاینده رود و نیز رواج خرده مالکی و عدم استفاده از فناوری‌های مناسب، دچار افت سهم اشتغال از ۲۲ درصد در سال ۱۳۸۴ به ۱۸ درصد در سال ۱۳۹۵ دانسته است.

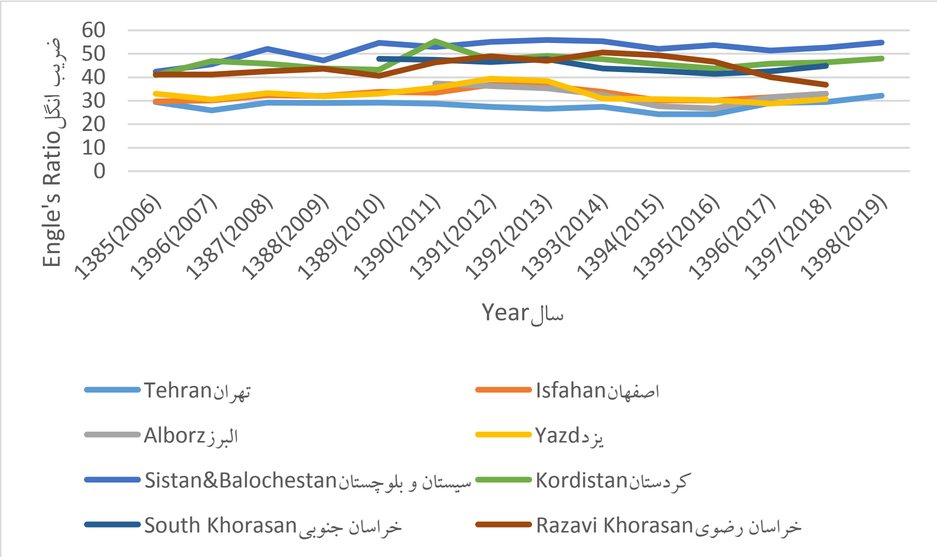


شکل ۶- استان‌های دارای بیشترین و کمترین نرخ اشتغال جمعیت روستایی طی سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۸

Figure 6- Provinces with the highest and lowest rural population employment rate during 2009–2019

سهم هزینه‌های مواد غذایی نسبت به متوسط کل هزینه‌های خالص خانوارهای روستایی استان‌های کشور طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۸ به صورت درصد، محاسبه شده است. با وجود عدم ارائه آمار برای معدودی از سال‌های مورد مطالعه توسط مرکز آمار ایران، بررسی روند و میانگین سهم هزینه‌ها حاکی از تفاوت‌هایی در استان‌ها و در زمان‌های مختلف می‌باشد. بر اساس نتایج، استان تهران تنها استان کشور است که در آن به طور میانگین کمتر از ۲۸ درصد هزینه‌های سالانه خانوارهای روستایی صرف خرید مواد غذایی شده است؛ به این معنی که روستاییان این استان از توان مالی بیشتری برای تهیه غذا برخوردارند. استان‌های اصفهان، البرز و یزد به ترتیب با ۳۲/۵۲، ۳۲/۵۳ و ۳۲/۷۹ درصد در رده‌های بعدی قرار دارند. از نظر هزینه کرد بیشتر برای خرید مواد غذایی نیز استان سیستان و بلوچستان با سهم ۵۱/۸ درصد، تفاوت قابل ملاحظه‌ای را با استان‌های دیگر کشور تجربه می‌کند. استان‌های کردستان، خراسان جنوبی، خراسان رضوی و اردبیل نیز به ترتیب با ۴۶/۳۸، ۴۴/۹۷، ۴۴/۲ و ۴۴/۴۵ درصد رتبه‌های بعدی را دارا می‌باشند. به نظر می‌آید روستاییان در این استان‌ها درآمد کمتری را از فعالیت‌های کشاورزی کسب می‌کنند که طبق عقیده پریچت و اسپیوک (Pritchett and Spivack, 2013)، از مشخصه‌های کشورهای کم درآمد به شمار می‌رود. ادامه این روند به طور قطع امنیت غذایی خانوارهای روستایی کم درآمد را در این استان‌ها به مخاطره خواهد انداخت. همچنین توجه به این نکته ضروری است که در سال‌های اخیر در اکثر استان‌ها عموما روند

افزایشی ضریب انگل قابل مشاهده است که خود لزوم حمایت از خانوارهای آسیب‌پذیر را آشکار می‌کند. شکل ۷، استان‌های دارای بیشترین و کمترین ضریب انگل طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۸ را به تصویر کشیده است.



شکل ۷- استان‌های دارای بیشترین و کمترین ضریب انگل طی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۸

Figure 7- Provinces with the highest and lowest Engle's ratio during 2006–2019

به عنوان یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت شاخص‌های مختلف به صورت مستقیم یا غیر مستقیم، یک یا تمامی ابعاد سه‌گانه پایداری را تحت تاثیر قرار می‌دهند. برای مثال، تولید پایدار محصول می‌تواند با ایجاد امنیت غذایی در سطح محلی یا منطقه‌ای، به حفظ جنبه اجتماعی پایداری نیز منجر شود. از مهم‌ترین مداخلات پیشنهادی به منظور بهبود و تقویت پایداری بخش کشاورزی در هر دو سطح منطقه‌ای و ملی، طراحی سیاست‌های کشاورزی منطقه‌ای موثر بر اساس تحقیقات محلی است تا درک کامل و دقیق از وضع ملاحظات زیست محیطی و نیازهای موجود در سطح محلی و استانی حاصل شود. این قبیل مداخلات باید تعادل بین هر سه جنبه پایداری را در نظر بگیرد؛ چرا که بهبود جزئی در یک یا دو جنبه، تضمین کننده پایداری بخش کشاورزی نخواهد بود. همچنین توسعه مبارزه بیولوژیک علیه آفات (به ویژه در مورد برنج و گوجه فرنگی)، پرداخت یارانه غیر مستقیم نهاده در مورد کودها و آفت‌کش‌های آلی و زیستی، حفاظت از منابع پایه خاک و آب به منظور پایدارسازی تولیدات، و تنوع بخشی به منابع درآمدی و معیشتی کشاورزان خرده‌پا با اولویت استان‌های کمتر برخوردار مانند سیستان و بلوچستان و کردستان، از پیشنهادات مطالعه حاضر می‌باشد. یارانه غیر مستقیم نهاده جزو سیاست‌ها و ابزارهای حمایتی قیمتی است که به منظور گسترش استفاده از یک نهاده و یا کاهش هزینه تولید، بخشی از قیمت نهاده‌های کشاورزی از سوی سیاستگزار پرداخت می‌شود. از طرفی این سیاست با در دسترس قرار دادن نهاده‌ها برای کشاورزان بدون نیاز به اعتبار، به تحقق هدف اجتماعی انتقال درآمد به کشاورزان آسیب پذیر نیز کمک می‌کند. در این خصوص، نتایج مطالعه‌ای در سطح جهانی (Sane *et al.*, 2021) نشان می‌دهد که طی بازه زمانی ۲۰۰۰–۲۰۱۹ استفاده از کودهای یارانه‌ای و تولید محصولات، در راستا و همسو با وضعیت اقتصادی کشورها افزایش یافته است و کشورهای دارای منابع اقتصادی بیشتر، یارانه‌های بیشتری برای کود تخصیص داده‌اند؛ چنان که بیش از ۹۵ درصد کشورهای امریکای شمالی و اروپا، بیشترین میزان استفاده از کودهای شیمیایی را ثبت کرده‌اند. در خصوص کودهای آلی، کشورهای آفریقایی بسیار کمتر از عملکرد جهانی و فقط ۲ درصد تولید جهانی را به خود اختصاص داده‌اند. محققین پیشنهاد نموده‌اند به ویژه در کشورهای در حال توسعه که نرخ تولید غذا و کیفیت خاک پایین است، مصرف کودهای آلی ترویج شود. شایان ذکر است که عدم طراحی و اجرای مشوق در راستای مصرف کودهای آلی و زیستی و سموم غیرشیمیایی در کشور همواره از دلایل عدم اقبال کشاورزان به استفاده از این نهاده‌ها عنوان شده است. همچنین تشویق و ترغیب به استفاده از نهاده‌های آلی می‌تواند ضمن غنی‌سازی و بهبود کیفیت خاک‌های کشور و افزایش عملکرد محصول، نگرانی‌های زیست محیطی موجود را مرتفع نماید.

منابع

1- Afrakhteh, H., Hajipour, M., Gorzin, M. & Nejati, B. (2013). The position of sustainable agricultural development in Iran's development plans (5-year plans after the revolution*). Journal of Strategic and Macro Policies 1*(1): 43–62. http://doi.org/10.30507/jmsp.2013.3269.

2- Afrin, S., Ziaul Haider, M., & Islam, M.S. (2017). Optimal use of pesticide for paddy production in the south-west region of Bangladesh. *Journal of Environmental Economics and Policy* 0: 1-25.

3- Amirzadeh Moradabadi, S., Ziaei, S., Mehrabi, H. & Keykha, A. (2018). Evaluation of agricultural sustainability in Iran using the combined sustainability index. *Iranian Journal of Economic Research and Agricultural Development 49*(2): 661-674. (In Persian). http://doi.org/10.22059/IJAEDR.2018.252301.668565.

4- Avijit, G. (1998). *Ecology and Development in Third World*, Second Edition, London, Routledg.

5- Bakri, B., Rustiadi, E., Fauzi, A. & Adiwibowo, S. (2018). Regional sustainable development indicators for developing countries: case study of provinces in Indonesia. *International Journal of Sustainable Development* 21: 102-130.

6- Bockstaller, C., Guichard, L., Keichinger, O., Girardin, P., Galan, M.B., & Gaillard, G. (2009). Comparison of methods to assess sustainability of agricultural systems. *Agronomy for Sustainable Development* 29*:* 223-235.

7- Carey, A.E. (1991). *Agriculture, agricultural chemicals, and water quality*. *Agriculture and the Environment*. USDA 1991 Yearbook of Agriculturepp. 78–91.

8- Chakraborty, A., (2012). Crop diversification in Murshidabad district, West Bengal: a spatiotemporal analysis. *International Journal of Physical and Social Sciences 2*(7): 393–403.

9- DEFRA. (2008). *Ensuring the UK's Food Security in a Changing World*: *A DEFRA Discussion Paper*. Department for environment, food and rural affairs, Defra, London.

10- Esmaieli dastjerdipour, A. & Mehrabi, H. (2020). Assessing the sustainability of agricultural activities in Iran: Emphasizing the ecological footprint and the real land demand approach. *Quarterly Journal of Sustainability, Development and Environment 1*(4): 45-55. (In Persian). http://doi.org/20.1001.1.24233846.1399.1.4.4.4.

11- Espinosa, A. (2008). A Complexity Approach to Sustainability-Stafford Beer Revisited. *European Journal of Operational Research* 187: 636-651.

12- FAO. (1999). *Organic Agriculture. Committee on Agriculture*, Report 15th, Rome, Italy.

13- FAO. (2012). *Integrating Food Security Information in National Statistical Systems: Experiences, Achievements, Challenges*. Food and Agricutlure Organization of the United Nations, Rome.

14- Firth, C., Milla, I., & Harris, P. (2008). The use of indicators to assess the sustainability of farms converting to organic production. 193 –202. Retrieved from http://www.cabi.org.

15- Fricker, A. (1998). Measuring up to Sustainability. *Futures 30*(4): 367-375.

16- Gongn, J. & Lin, H. (2000). Sustainable development for agricultural region in China: case studies. *Forest Ecology and Management* 128: 27-38.

17- Hadipour, H., Mousavi, S.N. & Najafi, B. (2019). Evaluation of sustainability indicators of conservation agricultural technology: Case study of wheat in Marvdasht county. *Agricultural Economics Research 12*(3)*:* 41-72. (In Persian)

18- Hayati, D. & Karami, A. (1996). *A proposed scale to measure sustainability at farm level in socio-economic studies.* Paper presented at first agricultural economic conference of Iran, Zabol, Iran, 5–7 April. (In Persian)

19- Keshavarz, P., Zanghiabadi, M. & Abbaszadeh, M. (2013). Effect of clay content and soil salinity on the relationship between soil organic carbon and wheat yield. *Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences)/A 27*(3): 359-371. (In Persian)

20- Khan, M., Akram, N., Husnain, M.I., Padda, I. H., & Qureshi, S.A., (2011). Poverty-environment nexus: use of pesticide in cotton zone of Punjab, Pakistan. *Journal of Sustainable Development 4*(3): 163–173. http://doi.org/10.5539/jsd.v4n3p163.

21- Khan, M.A., Ahmad, M. & Hashmi, H.S., (2012). *Review of available knowledge on land degradation in Pakistan*. OASIS Country Report 3. International center for agricultural research in the dry areas (ICARDA).

22- Kouchaki, A., Nasiri Mahalati, M., Mansouri, H. & Moradi, R. (2015). Evaluation of sustainable agricultural development in Iran using comparative advantage method. *Agricultural Economics and Development 23*(90): 29-54. (In Persian)

23- Lampkin, N. (1990). *Organic Farming*. U.K. Farming Press Books. 2nd edition. p 62.

24- Malik, D., & Singh, I. (2002). Crop diversification-an economic analysis. *Indian Journal of Agricultural Resources 36*(1): 61–64.

25- Majidi, F., & Padasht, F. (2010). *A guide to rice pests and diseases*. Deputy of Plant Production of the Ministry of Jihad Agriculture. (In Persian)

26- Manafi Molayousefi, M., Hayati, B., Pishbahar, A., & Nematian, J. (2017). Assessing the agricultural sustainability of East Azerbaijan province using Compromise Programming Approach. *Journal of Agricultural Economics and Development 31(4)*: 279-289. (In Persian)

27- Morse, S., & Fraser, E.D.G. (2005). Making dirty nations look clean? The nation state and the problem of selecting

and weighting indices as tools for measuring progress towards sustainability. *Geoforum* 36: 625-640.
28- Moshiri, F. (2020). *Organic carbon deficiency in Iranian agricultural soils: Determining the situation, reviewing issues and challenges, providing solutions*. 15th Annual Conference of Iranian Soil Science Association, January. (In Persian)
29- Motiei Langhroudi, S.H. & Shamsaie, A. (2007). Rural development based on agricultural sustainability: A case study of Sajasrud Zanjan. *Quarterly Journal of Geographical Research* 86: 85-104.
30- Mudasser, M., Hussain, I., & Aslam, M. (2001). Constraints to land and water productivity of wheat in India and Pakistan: A comparative analysis. *International water management institute (IWMI)*.
31- Munssing, M., & Shearer, W. (1995). *Defining and measuring sustainabililty*. The United Nations University/ The world bank.
32- Pacini. C., Wossink, A., Gicsen, G., Vana, C., & Omodei-Zorini, L. (2002). Environmental accounting in agriculture: a methodological approach. *Journal of Environmental Management* 66: 9-17.
33- Pourzand, F., & Bakhshoudeh, M. (2012). Assessing the agricultural sustainability of Fars province using the agreed planning approach: application of Compromise Programming Approach. *Agricultural Economics Research 4*(1): 1-26. (In Persian). http://doi.org/20.1001.1.20086407.1391.4.13.1.1
34- Pritchett, L., & Spivack, M. (2013). *Estimating income/expenditure differences across populations: new fun with pld Engle's law*. Working Paper 339. Center for Global Development, Washington DC.
35- Razali, N.M., & Wah, Y.B. (2011). Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analysis 2*(1): 21–33.
36- Riley, J. (2001). Multidisciplinary indicators of impact and change: key issues for identification and summary. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 87: 245-259.
37- Robert, F., Susanne, S., Charles, W., & Michael, S. (2008). *Sustainable farmland management: transdisciplinary approaches*. CABI Publication. London, 194-213.
38- Rao, N.H., & Rogers, P.P. (2006). Assessment of agricultural sustainability. *Current Science 91*(4).
39- Rashidpour, L. (2015). Evaluation of the level of sustainability of agricultural development in West Azerbaijan province using indicators. *Journal of Agricultural Extension and Education Research 8*(4): 63-74. (In Persian)
40- Ren, C., Liu, S., van Grinsven, H., Reis, S., Jin, S., Liu, H. & Gu, B. (2019). The impact of farm size on agricultural sustainability. *Journal of Cleaner Production* 220: 357-367.
41- Salam, A. (1977). Economic analysis of fertilizer demand in the Punjab. *Pakistan Development Review 16*(2): 181–191.
42- Salami, H., & Khaledi, M. (2001). The effect of biological control technology against Chilo suppressalis on pesticide use, case study: Mazandaran Province. *Agricultural Economics and Development 9*(33): 247-270. (In Persian).
43- Salvado M.F., Azevedo, S.G., Matias, J.C.O., & Ferreira, L.M. (2015). Proposal of a sustainability index for the automotive industry. *Sustainability 7*(2): 2113-2144. https://doi.org/10.3390/su7022113.
44- Sane, M., Hajek, M., Nwaogu, C., & Purwestri, R.C. (2021). Subsidy as an economic instrument for environmental protection: A case of global fertilizer use. *Sustainability* 13: 9408. https://doi.org/10.3390/su13169408.
45- Shapiro, S.S., Wilk, M.B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika 52*(3/4): 591–611.
46- Sheikhzeinodin, A., & Elahi, M. (2022). Agricultural sustainability assessment in the Iranian provinces. Agricultural knowledge and sustainable production. https:doi.org/10.22034/SAPS.2021.46430.2690.
47- Spiertz, J.H.J. (2010). Nitrogen, sustainable agriculture and food security: A review. *Agronmy Sustainability Development* 30: 43–55.
48- Streimikis, J., & Baležentis, T. (2020). Agricultural sustainability assessment framework integrating sustainable development goals and interlinked priorities of environmental, climate and agriculture policies. *Sustainable Development*. 1–11. wileyonlinelibrary.com/journal/sd. https://doi.org/10.1002/sd.2118.
49- Student. (1908). The probable error of a mean. *Biometrika 6*(1): 1–25.
50- Sydorovych, O., & Wossink, A. (2008). The meaning of agricultural sustainability: Evidence from a conjoint choice survey. *Agricultural Systems* 98: 10-20.
51- Talukder, B., Blay-Palmer, A., vanLoon, G.W., & Hipel, K.W. (2020). Towards complexity of agricultural sustainability assessment: Main issues and concerns. *Environmental and Sustainability Indicators* 6:100038.
52- Tatlidil, F., Boz, I., & Tatlidil, H. (2009). Farmers'perception of sustainable agriculture and its determinants: a case study in Kahramanmaras province of Turkey. *Environment and Development Sustainability* 11: 1091–1106.
53- Agricultural Research, Education and Extension Organization. (2020). *The profile of country's soil*. Ministry of agricultural Jihad. (In Persian)
54- UNDP. (1994). *Sustainable human development and agriculture*. NewYork. NY. USA.
55- Van Calker, K.J., Berentsen, P.B.M., Romer O.C., Giesen, G.W.J., & Huirne, R. (2006). Development and application of multisustainability function for Dutch dairy farming systems. *Ecological Economics* 57: 640-658.
56- Van Passel, S. (2008). *Assessing farm sustainability with value oriented methods*. 12th Congress of the European Association of Agricultural Economists.

57- Wilson, C., & Tisdel, C. (2001). Why farmers continue to use pesticides despite environmental, health and sustainability costs. *Ecological Economics 39*(3): 449–462. http://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00238-5.

58- Zulfiqar, F., & Thapa, G.B. (2017). Agricultural sustainability assessment at provincial level in Pakistan. *Land Use Policy* 68*:* 492-502. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.08.016.